

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-115519
 (43)Date of publication of application : 07.05.1996

(51)Int.Cl. G11B 5/82
 G11B 5/596
 G11B 5/84

(21)Application number : 07-210728
 (22)Date of filing : 18.08.1995

(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : KAEDE HIROSHI
 MARUYAMA YOJI
 FUTAMOTO MASAHI
 NAKAMURA ATSUSHI
 YAMAMOTO HISANO
 HOSOE YUZURU

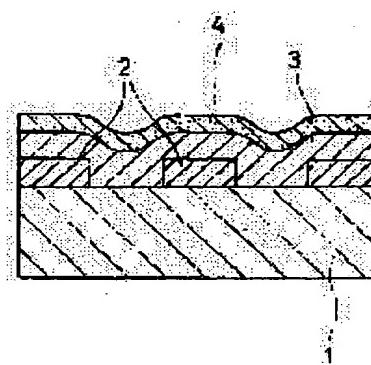
(30)Priority
 Priority number : 06198684 Priority date : 23.08.1994 Priority country : JP.

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a magnetic recording medium having servo patterns of sufficiently small ruggedness or reproduction-only memory patterns and a process for producing this recording medium.

CONSTITUTION: The magnetic characteristics, such as magnetic anisotropy, residual magnetic flux density, product of the residual magnetic flux density and film thickness, and coercive force, of a magnetic film 3 are selectively changed according to the servo patterns or reproduction-only memory patterns. The signal generated at the time of scanning the patterns with the magnetic head is made to be the servo signal for positioning the magnetic head or reproduction-only memory signal. The change in the magnetic characteristics is given by partially changing the presence or absence, orientability, etc., of the ground surface film 2 for orientation control of the magnetic film 3 in correspondence to the servo patterns or reproduction-only memory patterns.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.09.2001
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.06.2003
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-115519

(43)公開日 平成8年(1996)5月7日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
G 11 B 5/82				
5/596		7811-5D		
5/84	Z	7303-5D		

審査請求 未請求 請求項の数28 O.L (全11頁)

(21)出願番号 特願平7-210728

(22)出願日 平成7年(1995)8月18日

(31)優先権主張番号 特願平6-198684

(32)優先日 平6(1994)8月23日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 楠 弘志

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 丸山 洋治

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 平木 祐輔

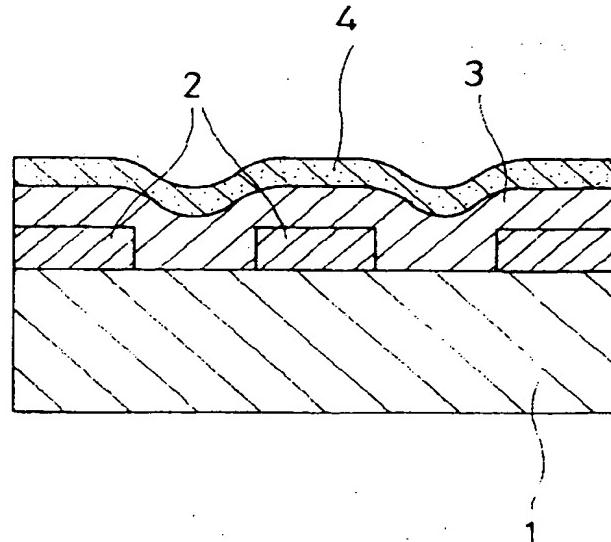
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 凹凸の十分小さいサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンを有する磁気記録媒体及びその製造方法を提供する。

【構成】 磁性膜3の磁気異方性、残留磁束密度、残留磁束密度と膜厚の積、保磁力等の磁気特性をサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに従って選択的に変化させ、そのパターンを磁気ヘッドで走査したとき発生される信号を磁気ヘッド位置決め用のサーボ信号又は再生専用メモリ信号とする。磁気特性の変化は、磁性膜3の配向制御用下地膜2の有無、配向性等をサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに対応させて部分的に変えることにより付与される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁性膜の磁気特性を所定のパターンに従って選択的に変化させた領域を有し、前記領域を磁気ヘッドで走査したとき発生される信号を磁気ヘッド位置決め用のサーボ信号又は再生専用メモリ信号とすることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 前記磁気特性は磁気異方性、残留磁束密度、残留磁束密度と膜厚の積、又は保磁力であることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 前記パターンは凹凸状をなし、かつ、凹部の保磁力がその周囲の保磁力に比べて高いことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 磁性膜に S i, B, C, P 又は G e を拡散させることにより磁性膜の磁気特性を変化させたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 極性を反転させた磁界を強度を変化させて印加することにより、前記磁気特性を選択的に変化させた領域に選択的に磁区を発生させたことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 非磁性基板と磁性膜との間に前記磁性膜の配向制御用下地膜を設け、該下地膜に磁気ヘッド位置決め用のサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンを形成したことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 7】 前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンは、前記下地膜の有無又は膜厚を変えることによって形成したことを特徴とする請求項 6 記載の磁気記録媒体。

【請求項 8】 前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンは、前記下地膜の結晶学的配向性の相違によって形成したことを特徴とする請求項 6 記載の磁気記録媒体。

【請求項 9】 前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンは、前記下地膜の材料の相違によって形成したことを特徴とする請求項 6 記載の磁気記録媒体。

【請求項 10】 下地膜に S i, B, C, P 又は G e を拡散させることにより前記下地膜の材料の相違を生じさせたことを特徴とする請求項 9 記載の磁気記録媒体。

【請求項 11】 非磁性基板と磁性膜との間に前記磁性膜の配向制御用下地膜を設けた磁気記録媒体において、前記下地膜上に G e, S i 又は S i O₂ の薄膜によって磁気ヘッド位置決め用サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンを形成したことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 12】 非磁性基板と磁性膜との間に前記磁性膜の配向制御用下地膜を設けた磁気記録媒体において、前記下地膜の上に六方晶構造の結晶膜によって磁気ヘッド位置決め用のサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンを形成したことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 13】 前記六方晶構造の結晶膜は、 T i, R u, Z r, サファイア又はフェライトからなることを特

2

徴とする請求項 12 記載の磁気記録媒体。

【請求項 14】 非磁性基板と磁性膜との間に前記磁性膜の配向制御用下地膜を設けた磁気記録媒体において、前記下地膜の上に非晶質層によって磁気ヘッド位置決め用のサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンを形成したことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 15】 非磁性基板と磁性膜との間に前記磁性膜の配向制御用下地膜を設けた磁気記録媒体において、前記下地膜の中に T i, R u, Z r, サファイア又はフェライトからなる層又は非晶質層を選択的に設けることによって磁気ヘッド位置決め用のサーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンを形成したことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 16】 前記非晶質層は、 S i, B, C, P 又は G e を少なくとも含むことを特徴とする請求項 14 又は 15 記載の磁気記録媒体。

【請求項 17】 前記配向制御用下地膜は、 C r 又は C r 合金であることを特徴とする請求項 6 ~ 16 のいずれか 1 項記載の磁気記録媒体。

【請求項 18】 前記磁性膜は、 C o C r P t 又は C o C r T a からなることを特徴とする請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項記載の磁気記録媒体。

【請求項 19】 非磁性基板上に磁性膜の配向制御用下地膜を形成する工程と、前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに相当する個所の前記下地膜を除去する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 7 に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 20】 非磁性基板上に第 1 の下地膜を形成する工程と、前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに相当する個所以外の前記第 1 の下地膜を除去する工程と、その上に磁性膜の配向制御用の第 2 の下地膜を形成する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 8 に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 21】 非磁性基板上に磁性膜の配向制御用の第 1 の下地膜を形成する工程と、その上に第 2 の下地膜を形成する工程と、前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに相当する個所以外の前記第 2 の磁性膜を除去する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 8 に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 22】 非磁性基板の表面の前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに相当する個所をエッティングする工程と、前記エッティングした個所に第 1 の下地膜を埋め込む工程と、その上に磁性膜の配向制御用の第 2 の下地膜を形成する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 8 に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 23】 非晶質基板の表面の前記サーボ・パ

50

ーン又は再生専用メモリ・パターンに相当する個所以外の領域をエッチングする工程と、前記エッチングした個所に磁性膜の配向制御用の下地膜を形成する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項7に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項24】 非磁性基板上に磁性膜の配向制御用の第1の下地膜を形成する工程と、前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに相当する個所で前記第1の下地膜を除去する工程と、前記第1の下地膜を除去した部分に第2の下地膜を埋め込む工程と、前記第1の下地膜と第2の下地膜の上全面に磁性膜を形成する工程とを含むことを特徴とする請求項9に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項25】 非磁性基板上に磁性膜の配向制御用の下地膜を形成する工程と、前記下地膜の上に該下地膜又は前記磁性膜の少なくとも一方に拡散する元素を含む中間膜を形成する工程と、前記中間膜をエッチングすることによって前記サーボ・パターン又は再生専用メモリ・パターンに従って前記中間膜を残存させる工程と、前記エッチングによって露出した下地膜及び残存した中間膜の上に磁性膜を形成する工程と、熱処理によって前記元素を前記下地膜又は前記磁性膜の少なくとも一方に拡散させる工程とを含むことを特徴とする請求項4又は10に記載された磁気記録媒体の製造方法。

【請求項26】 前記中間膜はS i, B, C, P又はGeを少なくとも含むことを特徴とする請求項25記載の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項27】 請求項1～18のいずれかに記載された磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を回転駆動する手段と、磁気ヘッドと、前記磁気記録媒体に設けられたサーボ・パターンによって発生されるサーボ信号によって前記磁気ヘッドの位置を制御する手段とを含むことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項28】 前記磁気記録媒体に設けられた再生専用メモリ・パターンによって発生される信号を再生する手段を含むことを特徴とする請求項27記載の磁気記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、情報の記録に用いられる磁気記録媒体に関し、特に高い記録密度を有する磁気記録媒体とその製造方法及び同記録媒体を用いた磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の磁気記録媒体、例えば磁気ディスクは、NiPメッキされたアルミニウム合金基板上に磁気記録膜をスピニ塗布やスパッタリング等で形成することにより製造されていた。磁気記録用の磁性膜には、膜面内方向に磁気異方性の大きい膜（以下、面内磁化膜という）、膜面に対し垂直方向に磁気異方性の大きい膜

（以下、垂直磁化膜という）あるいは斜め方向に磁気異方性を有する膜（斜め配向膜）のいずれかが用いられる。これら磁気記録媒体に記録を行うと、面内磁化膜では面内磁区が、垂直磁化膜では垂直磁区が、斜め配向膜では斜めの磁区が形成される〔応用物理；63(3), 240(1994)参照〕。

【0003】 上記磁気ディスクは磁気的及び構造的に一様かつ平滑であり、いわゆるサーボ・トラック・ライティング方式によりサーボ信号の書き込みが行われ、浮上ヘッドの採用とその低浮上化、即ちディスクとヘッド間の狭ギャップ化により高記録密度化が図られてきた〔応用物理；63(3), 268(1994)参照〕。しかしながらこの方式は記録密度、特にトラック数密度が低い問題があった。そこで、ディスク上に磁気的に分離した情報トラックを形成し、光学的に位置決め信号を得るサーボ方式の検討が行われた〔M.Futamoto et al., IEE E Trans. on Magn. MAG-27, 5280(1991)〕。しかし、この方式は、光学的に位置決め信号を得るために磁気ヘッドに半導体レーザを搭載し、磁気ヘッドの構成が従来に比べ大変複雑となり問題がある。

【0004】 上記の問題を解決するため、例えば、表面上に凹凸サーボ・パターンを形成したプラスチック基板上に、磁気記録膜を一様に形成した磁気ディスクが提案されている（古川等、1994年電子情報通信学会春季大会予稿集SC-3-5）。この磁気記録媒体を、始め強度の十分大きな磁界でDC消磁する。次に極性を反転させた強度の小さな磁界でDC消磁すると、凹部を残して磁化が反転されるため凹凸に対応する磁区が形成され、その磁区を利用して磁気ヘッドを磁気的に位置決めできる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記、1994年電子情報通信学会春季大会予稿集SC-3-5記載の技術では、磁気記録媒体の表面に深さ200nm程度の凹凸をサーボ・パターンとして設ける。200nm未満では、上記の極性を反転させた強度の小さな磁界でDC消磁する時に、凹部も磁化が反転してしまい、そこから発生する磁気信号が小さくなってしまうことが報告されている。上述の通り、磁気記録媒体の高記録密度化には磁気ヘッドの低浮上化が必須であるが、このように大きな表面凹凸がある基板上に磁気ヘッドを低浮上させるとディスク・クラッシュが発生する。

【0006】 本発明の目的は、表面凹凸の極めて少ないサーボ・パターンを有する磁気記録媒体及びその製造方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明においては、磁気異方性、残留磁束密度、残留磁束密度と膜厚の積、保磁力等の磁性膜の磁気特性を所定のパターンに従って選択的に変化させることで、磁気ヘッド位置決め用のサーボ

信号や再生専用メモリ信号を発生させるようにした。また、所定のパターンに従って選択的に凹凸を設けた磁性膜の凹部の保磁力をその周りに比べ高くすることで、磁気ヘッド位置決め用のサーボ信号や再生専用メモリ信号を発生させるようにした。磁気特性が選択的に変化した領域は、極性を反転させた磁界を強度を変化させて印加することにより、磁区を発生させることができる。

【0008】磁性膜の磁気特性は、非磁性基板と磁性膜との間に磁性膜の配向制御用下地膜を設け、その配向制御膜に、膜の有無、結晶学的配向性の相違、材料の相違等によるパターンを形成することによって変化させることができる。あるいは配向制御用下地膜上にGe, Si又はSiO₂の薄膜、Zr, Ti, Ru, サファイア又はフェライト等の六方晶構造の結晶膜、Si, B, C, P, Ge等からなる非晶質層を所望のパターンに従って設けることにより、その上に形成される磁性膜の磁気特性を変化させてもよい。

【0009】配向制御用下地膜は、Cr又はCr合金とすることができ、磁性膜は、CoCrPt又はCoCrTaとすることができます。本発明による磁気記録媒体は、非磁性基板上に磁性膜の配向制御用下地膜を形成する工程と、サーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに相当する個所の下地膜を除去する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを経て製造することができる。

【0010】Cr下地膜の所望のパターニングは、例えばエッティングであればTSMRやOFPF等のレジストと硝酸第二セリウム系のエッティング液を用いて行うことができる。また、下地膜のパターニング時にCr下地膜の表面に酸化等の変質層が形成されることがあるが、この変質層は磁性膜の形成前にCr下地膜を軽くスパッタすることにより容易に取り除くことができる。

【0011】本発明による他の磁気記録媒体は、非磁性基板上に第1の下地膜を形成する工程と、サーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに相当する個所以外の第1の下地膜を除去する工程と、その上に磁性膜の配向制御用の第2の下地膜を形成する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを経て製造することができる。本発明による他の磁気記録媒体は、非磁性基板上に磁性膜の配向制御用の第1の下地膜を形成する工程と、その上に第2の下地膜を形成する工程と、サーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに相当する個所以外の第2の磁性膜を除去する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを経て製造することができる。

【0012】本発明による他の磁気記録媒体は、非磁性基板の表面のサーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに相当する個所をエッティングする工程と、エッティングした個所に第1の下地膜を埋め込む工程と、その上に磁性膜の配向制御用の第2の下地膜を形成する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを経て製造することができる。

【0013】本発明による他の磁気記録媒体は、非晶質基板の表面のサーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに相当する個所以外の領域をエッティングする工程と、エッティングした個所に磁性膜の配向制御用の下地膜を形成する工程と、その上に磁性膜を形成する工程とを経て製造することができる。本発明による他の磁気記録媒体は、非磁性基板上に磁性膜の配向制御用の第1の下地膜を形成する工程と、サーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに相当する個所で第1の下地膜を除去する工程と、第1の下地膜を除去した部分に第2の下地膜を埋め込む工程と、第1の下地膜と第2の下地膜の上全面に磁性膜を形成する工程とを経て製造することができる。

【0014】本発明による他の磁気記録媒体は、非磁性基板上に磁性膜の配向制御用の下地膜を形成する工程と、下地膜の上に該下地膜又は磁性膜の少なくとも一方に拡散する元素を含む中間膜を形成する工程と、中間膜をエッティングすることによってサーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンに従って中間膜を残存させる工程と、エッティングによって露出した下地膜及び残存した中間膜の上に磁性膜を形成する工程と、熱処理によって前記元素を下地膜又は磁性膜の少なくとも一方に拡散させる工程とを経て製造することができる。前記拡散元素は、Si, B, C, P, Ge等とすることができる。

【0015】前記磁気記録媒体を用いる磁気記録装置は、磁気記録媒体に設けられたサーボ・パターンに起因する磁区を電磁誘導作用、磁気抵抗作用あるいは巨大磁気抵抗作用によって電気的に検出することにより、すなわちサーボ・パターンによって発生されるサーボ信号を利用して磁気ヘッドの位置を制御することができる。また、再生専用メモリ・パターンによって発生される信号を利用して再生専用メモリに記録された情報を読み取ることができる。再生専用メモリ・パターンから発生される信号と、磁気ヘッドを用いて記録された磁区から発生される信号の強度が異なる場合には、信号再生回路中の増幅器の増幅度を再生情報の種類に応じて変更する手段を設けることもできる。

【0016】

【作用】磁気記録媒体を構成する磁性膜の磁気特性をサーボ・パターンに応じて選択的に変化させておき、そこに選択的に磁区を形成すると、そのサーボ・パターンの存在を電気的に検出することができる。その検出信号の振幅が所定の範囲になるように検出機能部を有する磁気ヘッドの位置を移動させることにより、記録情報列と情報の入出力を行う磁気ヘッドとの相対位置を補正することができる。これにより、従来の磁気ディスク装置と同様の位置合わせを行なうことができる。

【0017】同様に、磁気記録媒体を構成する磁性膜の磁気特性を再生専用メモリ・パターンに応じて選択的に変化させておき、そこに選択的に磁区を形成すると、そ

の再生専用メモリ・パターンによって発生される信号を利用して情報の再生を行うことができる。非磁性基板と磁性膜との間に磁性膜の配向制御下地膜が存在するとき、下地膜にパターン形成を行い、下地膜が存在する領域と存在しない領域を選択的に形成した後、この下地膜の上に磁性膜を被着すれば、下地膜の存在の有無に応じてその上に積層される磁性膜の磁気異方性、残留磁束密度、残留磁束密度と膜厚の積、又は保磁力等の磁気特性が変化する。このように磁気特性を変化させた領域を含む領域に強い磁界を印加し、全ての領域の磁化を飽和させる。この後、強度を調整した極性の異なる磁界を印加すると、磁気特性の変化した領域と他の領域で磁化方向が異なった状態（磁区）を作ることができる。以上の操作により、磁気特性を変化させた領域に選択的に磁区を発生させることができる。また、凹凸を設けた磁性膜の凹部の保磁力をその周りに比べ高くすることで、強度を調整した極性の異なる磁界を印加した時に凹部の磁化が反転しにくくなり、凹凸の高さを従来に比べて小さくできる。

【0018】面内磁化膜の場合、前記磁気特性の異なる領域は、磁化膜中に垂直磁化容易領域あるいは低磁性領域を形成することによっても形成できる。一方、垂直磁化膜の場合には、面内磁化容易領域あるいは低磁性領域によって磁気特性の変化した領域を形成してもよい。例えば、垂直配向したCoCr磁性膜の面内方向の残留磁束密度はほぼ0になることが知られている [M. Futamoto et al., IEEE Trans. Magn. MAG-21, 1426(1985)]。従って、残留磁束密度と膜厚の積 ($B_r \cdot \delta$) も0になる。

【0019】面内磁化膜の場合を例にとると、Co又はCo合金磁性膜を例えば(100)配向した厚さ30nm以上のCr下地膜の上に成膜するとc軸が面内に平行になるように、即ち面内媒体として形成される（エピタキシャル関係）。(100)配向したCr下地膜はDCスパッタリングにより容易に形成でき、基板温度260°Cでスパッタリング成膜すればよい [S.L. Duan et al., J. Appl. Phys. 67, 4913(1990)]。

【0020】そして、面内磁化膜中に垂直磁化容易領域、あるいは低磁性領域を配置することは、下地膜の構造を変化することにより実現できる。例えば、六方最密構造であるCo又はCo合金磁性膜をNiPメッキされたAl合金基板、ガラス基板又は非晶質膜上に成膜すると、その磁化容易軸であるc軸が基板と垂直になるよう形成されやすい（c軸配向）。これは、c軸と垂直な最密構造が基板に面する様に結晶核形成が起こりやすいためである。同様に、Co又はCo合金磁性膜は、六方最密構造をとるTi等の金属やサファイア等の酸化物膜の上にはc軸配向して形成されやすい（エピタキシャル関係）。また、(110)配向したCr膜や、垂直磁化膜用の下地として知られるGe膜や六方最密構造をとるT

i膜の上には、Co又はCo合金磁性膜はc軸配向して形成されやすい。(110)配向したCr膜は、例えば、基板温度45°Cでスパッタリング成膜すれば容易に得られる [S.L. Duan et al., J. Appl. Phys. 67, 4913(1990)] し、Ti等の六方最密構造をとる結晶の上に成長しやすい。

【0021】また、磁性膜の磁気特性や下地膜の構造はその組成に大きく依存する。従って、例えばPの様に原子半径が小さく拡散しやすい元素を磁性膜や下地膜に部分的に拡散することによっても上述の低磁性領域や垂直磁化領域を形成できる。また、例えばP等は金属元素と一緒にになって非晶質を形成しやすい。以上、面内磁化膜の場合について説明したが、垂直磁化膜の場合にも同様にして、その中に面内に磁化しやすい領域を形成できる。

【0022】上記の凹凸の無いもしくは十分小さいサーボ・パターンあるいは再生専用メモリ・パターンを予め磁気記録媒体上に形成することにより磁気ヘッドを低浮上させることができるとなり、更に記録密度が向上できる。また、上記凹凸の無いもしくは十分小さいサーボ・パターンや再生専用メモリ・パターンの採用によりディスク・クラッシュが防止できる。

【0023】

【実施例】以下、実施例により本発明を詳細に説明する。

【実施例1】図3に平面図を示す磁気記録媒体を、図2に示す製造工程に従って作製した。図1は、図3に示す磁気記録媒体のA-A断面模式図である。

【0024】中心に直径20mmの穴のあいた直径2.5インチの、表面にNiPメッキされたAl合金基板1を用意した。到達真空度 3×10^{-7} Torr、1.5mTorrのAr雰囲気の条件で、図2(b)に示すように、基板1に下地膜2としてCrを40nm成膜し、その後、半導体素子等の製造プロセスで利用されているフォトリソグラフィー法により、サーボ領域20にパターン露光し現像して、Cr下地膜を残すべき領域上にレジスト膜を残した。しかる後、基板を硝酸第二セリウムアンモニウム系のエッティング液に浸漬し、レジスト膜の無い領域を選択的にエッティングし、図2(c)のように、所望のCrパターン2を形成した。その結果、記録トラックを横断して放射状に設けられている複数個所のサーボ領域20において、図3の円内に拡大して示すように、クロックパターン21, 22、サーボ・パターン23、及びクロックパターン24, 25の部分で下地膜2が除去された。本実施例では、クロックパターン21, 22, 24, 25の幅は $2\mu m$ とし、サーボ・パターンは幅 $2\mu m$ 、長さ $5\mu m$ の長円形とした。ただし、これらの寸法あるいは個数は単なる例示のためのものであり、本発明を限定するものではない。その後、上記Cr下地膜2を軽くスパッタエッティングした後、Cr下地膜2と

同じ成膜条件で、図2(d)に示すように、磁性膜3としてCoCrTaを30nm成膜し、その上に図2(e)のように、保護膜4としてカーボンを10nm成膜した。

【0025】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用い、下地膜2が有る領域と無い領域における磁性膜3の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定したところ、下地膜の有る領域では90G·μmであり、下地膜の無い領域では11G·μmであった。また、磁性膜3のM-Hループを測定したところ、下地膜2の有る領域では図4(a)のようになり、下地膜2の無い領域では図4(b)のようになった。図4(a)は磁束密度が大きく、かつM-Hループの角型性が良いため、磁気記録媒体として望ましい。一方、図4(b)は残留磁束密度が小さく面内媒体に適さない。

【0026】このように下地膜2の有る領域と無い領域とで、その上に形成された磁性膜の磁気特性が異なる結果、図5に示すように、磁性膜3を面内方向に磁化すると、両領域の境界部分に+及び-の磁極が出現する。従って、磁気ヘッドが図6(a)に実線で示すように、記録トラック上に位置決めされた状態でサーボ領域20を通過すると、図6(b)のような検出信号が得られる。一方、図6(a)に破線で示すように、記録トラックからずれた状態でサーボ領域を通過すると、そのずれの方向とずれ量に応じて図6(c)に示すようなサーボ信号が発生する。磁気記録装置は、検出信号が図6(b)に示すような波形に近づくように磁気ヘッドのトラック幅方向位置を制御し、磁気記録媒体に対する磁気ヘッドの位置決めを行う。

【0027】前記磁気記録媒体をDC消磁した後、MRヘッドを用いてスペーシング0.1μmで再生したところ、S/N比2.8で位置決め信号を得ることができた。本実施例では表面にNiPメッキされたAl合金基板1を用いたが、他に例えば石英ガラス基板を用いても本実施例と同様の結果が得られた。また下地膜の材料としてCrの代わりにCrTi, CrZr等のCr合金膜を用いても同様の結果が得られた。

【0028】【実施例2】図7は、本発明による磁気記録媒体の他の実施例の、図1に相当する断面模式図である。実施例1では下地膜であるCr膜をパターニングして下地膜の有無によってサーボ・パターンを形成したが、本実施例では下地膜であるCr合金膜の配向を選択的に変化させることによってサーボ・パターンを形成した。Cr合金膜の配向性制御は、Cr合金膜の下にTi膜を積層することで実現した。

【0029】基板にはNiPメッキされた超平滑Al合金基板1を用いた。基板1上にスパッタ法により第1の下地膜としてTi膜を10nmの膜厚に成膜した。成膜後、上記実施例と同様、レジストを塗布し、フォトリソ

グラフィー法によりレジストパターンを形成した。こうして形成されたレジストパターンをマスクとしてTi膜をエッチングした。エッチングにはフレオン系の反応性イオンエッチングを用いた。このエッチング法は、液体を用いる場合に比べ微細なパターンを得る上で効果的であった。得られたTi膜5パターンを軽くArでスパッタエッチングし、その上に磁性膜の配向制御用の第2の下地膜6としてCrTi膜を50nmの膜厚に全面被着した後、記録層となるCoCrTa磁性膜3を30nmの膜厚に成膜し、その上に保護膜4となるカーボン膜を10nmの膜厚にスパッタ法で成膜した。更に、カーボン保護膜4の上に潤滑剤11を塗布した。

【0030】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用い、Ti膜5が有る領域と無い領域における磁性膜3の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定したところ、Ti膜5の無い領域では設定値の90G·μmであったが、Ti膜5の有る領域では5G·μmであった。磁気記録媒体をMRヘッドを用いて、浮上量30nmで再生したところ、S/N比3.6で安定して位置決め信号を得ることができた。30nmという低浮上が実現できた大きな理由は、超平滑のAl合金基板1を採用したことと、磁気媒体の表面がTi膜5厚に相当した約10nmの凹凸を有し、ヘッド、ディスク間の粘着が防止できたためである。Ti膜の膜厚は10~30nmの範囲で変化させても同様の結果が得られた。

【0031】【実施例3】図8は、本発明による磁気記録媒体の他の実施例の、図1に相当する断面模式図である。本実施例では、磁性膜の配向性を変化させるためにRu膜を用いた。基板にソーダガラスを用い、前記実施例と同様にして各膜の成膜及びパターニングを行った。ソーダガラス基板7上に磁性膜の配向制御用のCr下地膜2を100nm成膜し、その上にRu膜8をスパッタ法で30nm成膜した。フォトリソグラフィー法によりRu膜8を所望のサーボ・パターンにパターニングした後、軽くスパッタエッチングし、その上にCoCrPt磁性膜9を30nm、カーボン保護膜4を10nmスパッタリング成膜した。この構造により、磁性膜9の異方性が選択的に変化し、本発明で必要となるサーボ用の磁区を発生することができた。

【0032】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用い、Ru膜8が有る領域と無い領域における磁性膜3の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定したところ、Ru膜8の無い領域では設定値の90G·μmであり、Ru膜8の有る領域では7G·μmであった。同様な結果が、Ru膜の代わりにZr膜、サファイア膜、Baフェライト膜、SiO₂膜、Bを含むSiO₂膜、Pを含むSiO₂膜、さらに蒸着により形成したGe膜、Si膜、C(カーボン)膜を用いても得られ、サーボ信号を

11

発生することができた。また更に、表面に厚さ300nmの熱酸化膜を有するSiを基板に用いても同様の結果が得られた。

【0033】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用いて、各膜が有る領域と無い領域における磁性膜3の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定した。これらの膜の無い領域では設定値の90G·μmであり、膜の有る領域に対しては以下の測定値が得られた。

膜材料	Br · δ (G·μm)
Zr膜	22
サファイア膜	31
Baフェライト膜	28
SiO ₂ 膜	12
Bを含むSiO ₂ 膜	15
Pを含むSiO ₂ 膜	15
Ge膜	5
Si膜	8
カーボン膜	13

【実施例4】磁気記録媒体に、図9に断面構造を示すサーボ・パターン領域を形成した。本実施例では磁性膜の磁気特性を選択的に変化させる手段として、磁性膜中に元素を拡散させる方法を採用した。

【0034】基板として表面にNiPメッキされたAl合金基板1を用い、その上にCr下地膜2を膜厚50nmで全面被着し、さらにその上にSi膜を膜厚20nmに成膜した。次いで、Si膜をフレオン系の反応性イオンエッティング法でパターニングした。この上にCoCrTa磁性膜3を40nm、カーボン保護膜4を10nm順次成膜した後、石英管中にて400℃で1時間熱処理した。この熱処理によってSi元素が磁性膜中及び下地膜中に熱拡散した。Siが拡散した領域10の磁性膜とSiが無い領域の磁気特性を測定した結果、飽和磁化、保磁力、異方性等の値が変化していた。この磁気特性の変化によって前記各実施例と同様にサーボ用の磁区を発生させることができ、位置決め用のサーボ信号を発生することができた。Siの代わりに、B, C, P, Geを磁性膜中に拡散しても同様の結果が得られた。

【0035】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用い、前記元素を拡散させた領域と拡散させない領域の磁性膜の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定した。Br·δは、前記元素を拡散させていない磁性膜の領域では設定値の90G·μmであり、前記元素を拡散させた磁性膜の領域では以下の値となった。

【0036】

拡散元素	Br · δ (G·μm)
Si	0
B	0
C	0

12

P	0
Ge	0

【実施例5】図10に示す製造工程に従って、図10(h)に断面構造を示すサーボ・パターン領域を有する磁気記録媒体を作製した。

【0037】表面にNiPメッキされたAl合金基板1上に、到達真空度 1×10^{-7} Torr、10mTorrのAr雰囲気、基板温度300℃の条件で、Cr下地膜2を50nm成膜し【図10(b)】、その後、フォトリソグラフィー法により、Cr下地膜を残すべき領域にレジスト膜30をパターン化して残した【図10(c)】。しかる後、基板を硝酸第二セリウムアンモニウム系のエッティング液に浸漬し、レジスト膜30の無い領域を選択的にエッティングし、所望のCr下地膜2のパターンを形成した【図10(d)】。続いて、上記レジスト膜30のある面にTi膜32を50nmスパッタリング成膜した【図10(e)】。上記レジスト膜30をアセトン中で溶解したところ、上記レジスト膜30上のTi膜も取り除かれた【図10(f)】。

【0038】この試料をSEMで観察したところ、上記Cr下地膜2がエッティングされた領域にTi膜32が埋め込まれていた。その後、この試料表面を軽くスパッタエッティングした後、Cr下地膜2と同じスパッタ条件で磁性膜3としてCoCrTaを30nm成膜し【図10(g)】、最後に図10(h)のように、保護膜4としてカーボンを10nm成膜した。

【0039】この磁気記録媒体をMRヘッドを用いてスペーシング0.1μmで再生したところ、S/N比2.8で位置決め信号を得ることができた。Tiの代わりに、SiO₂を用いても同様の結果が得られた。SiO₂膜は基板温度200℃で1時間予備加熱を行った後、基板温度100℃でスパッタリング成膜した。

【0040】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用い、Cr下地膜2の上に形成された磁性膜とTi膜又はSiO₂膜32の上に形成された磁性膜の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定した。Br·δは、Cr下地膜2の上に形成された磁性膜領域では設定値の90G·μmであり、Ti膜又はSiO₂膜32の上に形成された磁性膜領域では以下の値となった。

【0041】

膜材料	Br · δ (G·μm)
Ti膜	11
SiO ₂ 膜	5

本実施例では表面にNiPメッキされたAl合金基板を用いたが、他に例えば石英ガラス基板を用いても同様の結果が得られた。また、下地膜としてCr膜のみならずCrTi, CrZr等のCr合金膜を用いても同様の結果が得られた。

【0042】【実施例6】磁気記録媒体に、図11に断

面構造を示すサーボ・パターン領域を形成した。表面が強化処理されたガラス基板1の表面上に、フォトリソグラフィー法でレジストパターンを形成した。このレジスト膜をマスクにして、塩素系の反応性イオンエッチングによりガラス基板1を40nmエッチングした。しかる後、この基板のレジスト膜のある面にTi膜34を40nmスパッタリング成膜した。上記レジスト膜をアセトン中で溶解したところ、レジスト膜上のTi膜も取り除かれた。その後、上記Ti膜34が埋め込まれたガラス基板を軽くArでスパッタエッチングし、その上にCrTi下地膜2を50nmの膜厚に全面被着した後、CoCrPt磁性膜3を30nm、カーボン保護膜4を10nm、順次スパッタ成膜した。さらに、カーボン保護膜4の上に潤滑剤11を塗布した。

【0043】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用いて、Ti膜34の上方に形成された磁性膜とTi膜34の存在しない領域の上方に形成された磁性膜の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定した。Br·δは、Ti膜34の存在しない領域の上方に形成された磁性膜領域では設定値の90G·μmであり、Ti膜34の上方に形成された磁性膜領域では20G·μmであった。

【0044】得られた磁気記録媒体をMRヘッドを用いて浮上量30nmで再生したところ、S/N比3.6で安定して位置決め信号を得ることができた。上記Ti膜の替わりにRu膜、Zr膜を用いても同様の効果が得られた。

【実施例7】磁気記録媒体に、図12に断面構造を示すサーボ・パターン領域を形成した。

【0045】SiO₂基板1上に、フォトリソグラフィー法でレジストパターンを形成した。このレジストパターンは実施例6とはレジストの有無が反転している。すなわちサーボ・マーク等を残し、データ領域を含めてほとんどどの部分でレジストがないパターンとなっている。このレジスト膜をマスクにして、CF₄を用いた反応性イオンエッチングによりSiO₂を100nmエッチングした。その後、この基板のレジストのある面上にCrTi下地膜2を100nm成膜した。上記レジストをアセトン中で溶解したところ、レジスト上のCrTi下地膜も取り除かれた。その後、この試料表面を軽くスパッタエッチングした後、CoCrPt磁性膜3を20nm、カーボン保護膜4を10nm順次成膜し、最後に潤滑剤11を塗布した。磁性膜の配向が選択的に変化し、サーボ用の磁区を発生することができた。

【0046】磁気記録媒体と同時に作製したテストピースを用い、CrTi下地膜2の上に形成された磁性膜とSiO₂基板面上に直接形成された磁性膜の残留磁束密度Brと膜厚の積(Br·δ)を振動型試料磁化測定装置(VSM)で測定した。Br·δは、CrTi下地膜2の上に形成された磁性膜領域では設定値の90G·μm

mであり、SiO₂基板面の上に直接形成された磁性膜領域では14G·μmであった。

【0047】【実施例8】図3に平面図を示す磁気記録媒体を、図13に示す製造工程に従って作製した。図3にはサーボ・パターンのみが簡略化して示してあるが、本実施例では一部のトラックにデータに対応する再生専用メモリ(ROM)・パターンも形成した。図14は、図3に示す磁気記録媒体のA-A断面図である。

【0048】図13(a)に示す表面を300nm熱酸化した直径2.5"のSi基板1に、図13(b)に示すようにCrTi下地膜6を50nm、Cr下地膜2を30nm順次成膜した。その後、フォトリソグラフィー法により、Cr膜を残すべき領域にレジスト膜を残し、フレオン系の反応性イオンエッチング法でCr下地膜2を選択的にエッチングし、図13(c)のように、所望のパターンを有するCr下地膜2を形成した。その後、上記CrTi下地膜6、Cr下地膜2を軽くスパッタエッチングした後、Cr下地膜2と同じ成膜条件で、図14(d)～(f)に示すように、磁性膜3としてCo₇₀Cr₁₃Pt₁₇を20nm、保護膜4としてカーボンを10nm形成し、最後に潤滑膜11を形成した。磁気記録媒体と同時に成膜したテストピースを用い、Cr下地膜2が有る領域と無い領域における磁性膜3の磁化曲線を測定したところ、Cr下地膜2が無い領域では図15の実線に示すようになり、Cr下地膜2が有る領域では図15の破線で示すようになった。また、Cr下地膜2を成膜する前に、CrTi下地膜6を大気中にさらした試料では保磁力の差がより顕著であった。

【0049】このようにCr下地膜2のある領域と無い領域とで、その上に形成された磁性膜の磁気特性が異なる。2つの領域の高さと保磁力の違いを利用して、始め磁性膜3を強度の強い磁界でDC消磁し、次に極性を変えた強度の小さい磁界でDC消磁すると、図5に示すようにCr下地膜2の有無に対応した磁区が形成される。

【0050】作製した前記磁気記録媒体を、図16に示す磁気記録装置に組み込んだ。磁気記録媒体51を、その極性と大きさを変えたDC磁界で2回消磁した。記録再生分離ヘッド53を用いてスペーシング0.07μm、周速10m/秒で再生したところ、信号対雑音比(S/N)30dBで位置決め信号を得ることができた。また、サーボ・パターン形成と同じ条件で再生専用メモリ(ROM)・パターンが形成されたトラック上に磁気ヘッドを位置決めしデータの再生を試みたところ、ROMパターンに対応するデータを再生することができた。

【0051】

【発明の効果】本発明によれば、凹凸の無いもしくは凹凸の十分小さいサーボ・パターンを予め磁気記録媒体上に形成できるため、記録密度の向上を図ることができると共に、ディスク・クラッシュを防止できる。また、リ

15

ツグラフィ法によれば、光の回折限界（約 $0.3\mu m$ ）までの微小なパターンを形成することができるため、従来のサーボトラックライターで実現できなかった高密度のサーボ用磁区パターンを形成できる。このため、G b / i n² 級の超高密度の磁気ディスク装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による磁気記録媒体の一実施例の一部断面図。

【図 2】本発明による磁気記録媒体の一実施例の製造工程図。

【図 3】磁気記録媒体の平面図。

【図 4】M-H ループ測定図。

【図 5】磁化状態の説明図。

【図 6】サーボ・パターンとサーボ信号の説明図。

【図 7】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の一部断面図。

【図 8】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の一部断面図。

【図 9】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の一部断面図。

16

* 【図 10】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の製造工程図。

【図 11】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の一部断面図。

【図 12】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の一部断面図。

【図 13】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の製造工程図。

【図 14】本発明による磁気記録媒体の他の実施例の一部断面図。

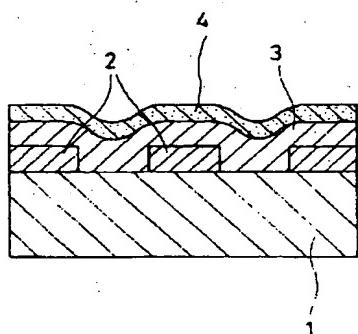
【図 15】M-H ループ測定図。

【図 16】磁気記録装置の概略図。

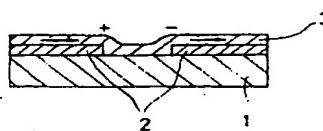
【符号の説明】

1…基板、2…下地膜、3…磁性膜、4…保護膜、5…Ti膜、6…CrTi下地膜、7…基板、8…Ru膜又はカーボン膜、10…下地及び磁性膜中のSi拡散領域、11…潤滑剤、23…サーボ・パターン、21, 22, 24, 25…クロック・パターン、30…レジスト、32…Ti膜、34…Ti膜、51…磁気記録媒体、52…磁気記録媒体駆動部、53…磁気ヘッド、54…磁気ヘッド駆動部、55…記録再生信号処理系

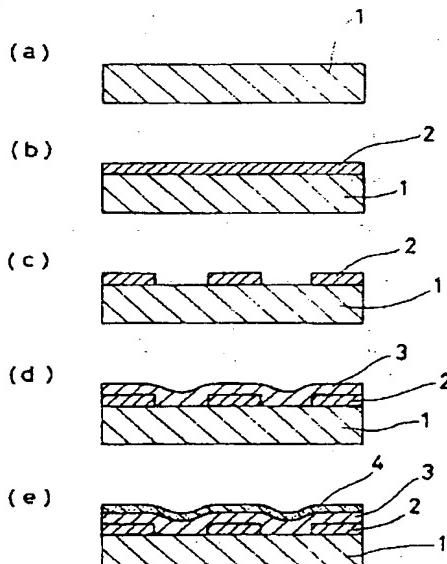
【図 1】



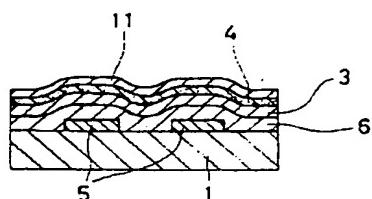
【図 5】



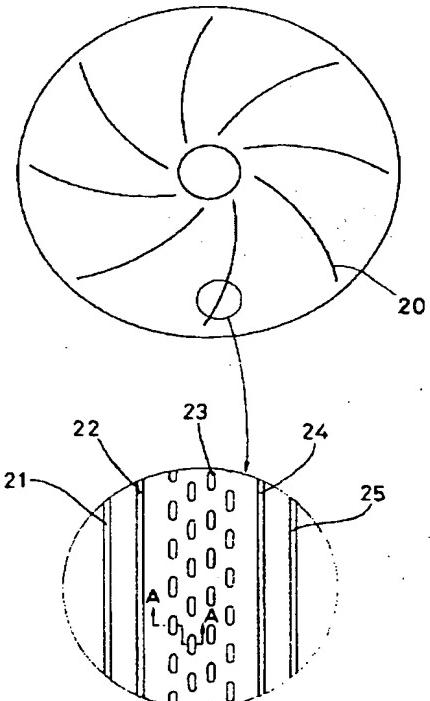
【図 2】



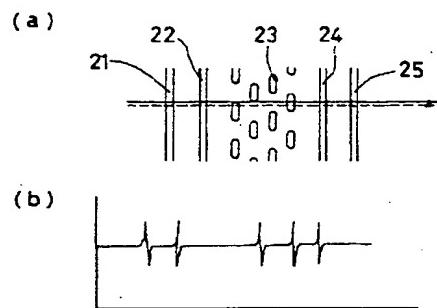
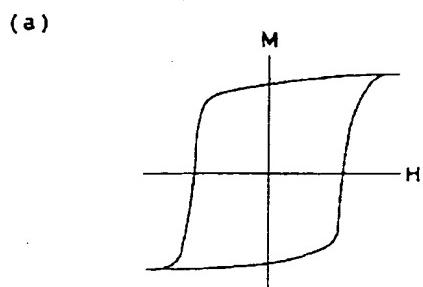
【図 7】



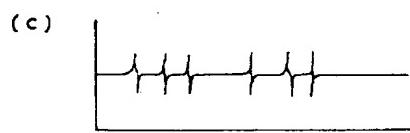
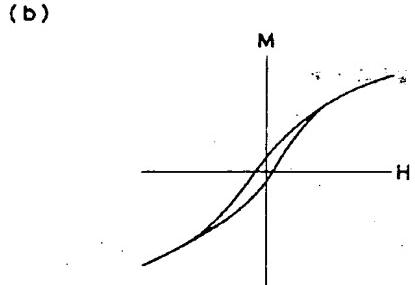
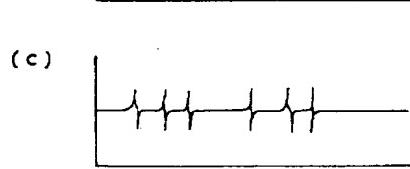
【図 3】



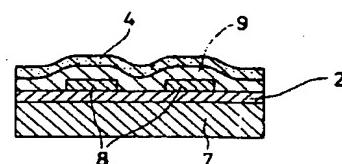
【図4】



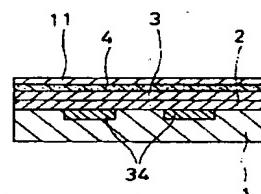
【図6】



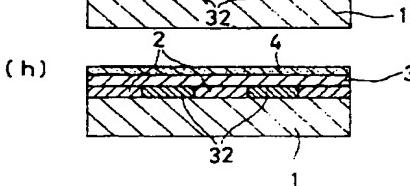
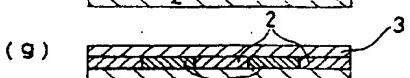
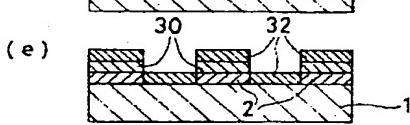
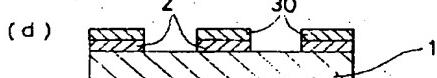
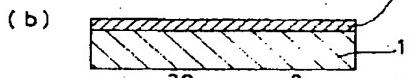
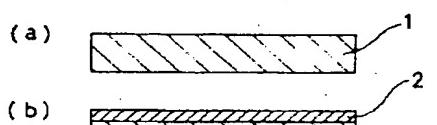
【図8】



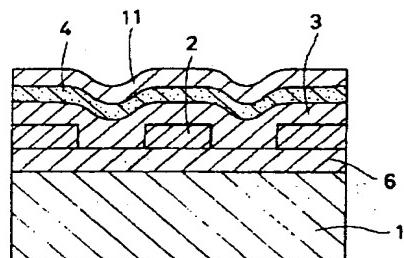
【図11】



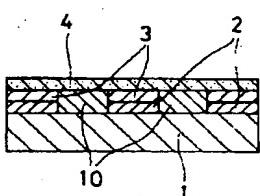
【図10】



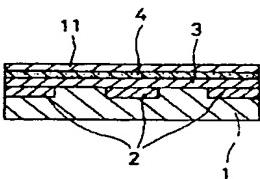
【図14】



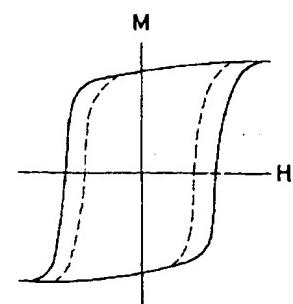
【図9】



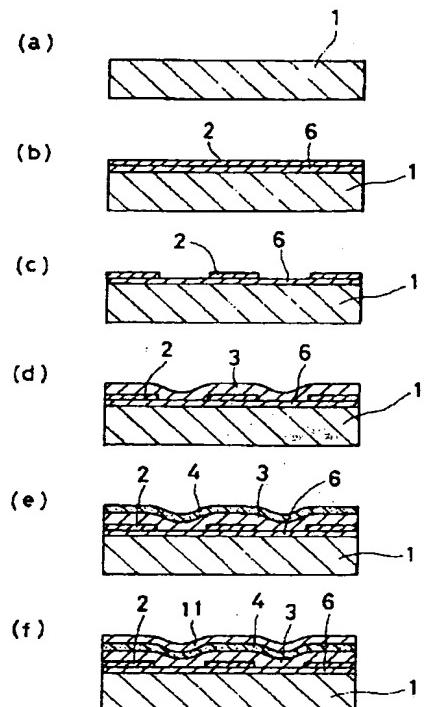
【図12】



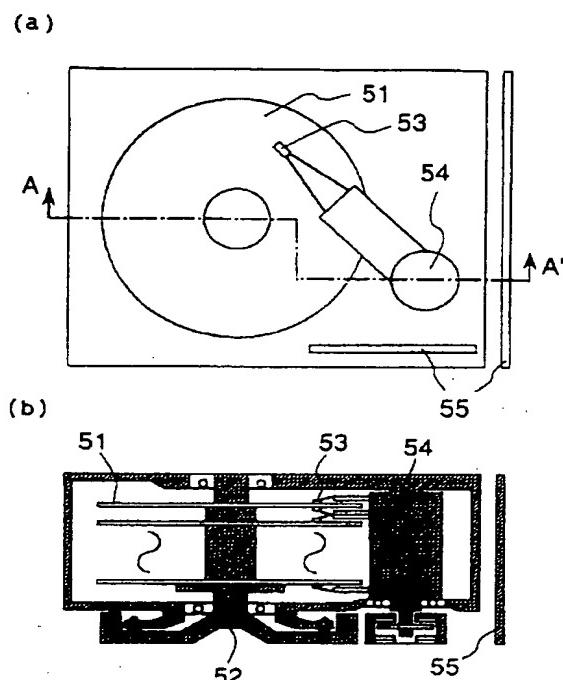
【図15】



【図13】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 敦
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 山本 久乃
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 細江 謙
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

JP Patent Publication No. 08-115519

(54) [Title of the invention] MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND
MANUFACTURING METHOD THEREOF

Comments:

An object of the invention relates to provide a magnetic recording medium having servo patterns of sufficiently small irregularity. This reference discloses a magnetic recording medium having an under layer 2 for controlling an orientation of a magnetic film 3 between a nonmagnetic substrate 1 and the magnetic film 3, as shown, for example, in Fig. 1.

However, this reference is silent about a magnetoresistance effect device. The magnetoresistance effect device of the present application comprises a magnetoresistance effect film formed on a substrate and having a magnetic field detection portion, a pair of bias magnetic field applying films disposed adjacent to both edge portions of the magnetic field detecting portion and having hard magnetic films containing Co and a bi-crystal structure, and an under layer disposed between the substrate and the hard magnetic layer and being composed of an amorphous layer formed on the substrate and a crystal layer.

JP Patent Publication No. 08-115519 fails to teach or suggest the magnetoresistance effect device.

The following English translation of claims 1-1 and Embodiment 1 is attached as a reference.

[What is claimed is]

1. A magnetic recording medium having a region selectively changed according to a predetermined pattern the magnetic characteristics of a magnetic film, and having function for changing a signal generated at the time of scanning the region with a magnetic head to a servo signal or reproduction-only memory signal for positioning the magnetic head.
2. The magnetic recording medium according to claim 1, wherein the magnetic

characteristics is magnetic anisotropy, residual magnetic flux density, product of the residual magnetic flux density and film thickness, or coercive force.

3. The magnetic recording medium according to claim 1 or 2, wherein the pattern has an irregular surface, and the coercive force of dent portions is higher than that of the other portions.
4. The magnetic recording medium according to claim 1, 2 or 3, wherein the magnetic characteristics of the magnetic thin film is changed by dispersing Si, B, C, P or Ge in the magnetic thin film.
5. The magnetic recording medium according to claim 1, 2, 3 or 4, wherein by applying a magnetic field while changing an intensity of the magnetic field whose polarity is reversed, magnetic domains is selectively generated in the selectively changed region.
6. A magnetic recording medium characterized by providing an under layer for controlling an orientation of a magnetic film between a nonmagnetic substrate and the magnetic film and by forming a servo-pattern or reproduction-only memory pattern for positioning a magnetic head on the under layer.
7. The magnetic recording medium according to claim 6, wherein the servo-pattern or reproduction-only memory pattern is formed by the presence of the under layer or by changing a thickness of the under layer.
8. The magnetic recording medium according to claim 6, wherein the servo-pattern or reproduction-only memory pattern is formed by the difference of a crystallographical orientation property of the under layer.
9. The magnetic recording medium according to claim 6, wherein the servo-pattern or reproduction-only memory pattern is formed by the difference of material of the under layer.
10. The magnetic recording medium according to claim 9, wherein the difference of material of the under layer is produced by dispersing Si, B, C, P or Ge in the under layer.
11. A magnetic recording medium having an under layer for controlling an orientation of a magnetic film between a nonmagnetic substrate and the magnetic film, characterized in that a servo-pattern or reproduction-only memory pattern for positioning a magnetic head is

formed of a thin film of Ge, Si or SiO₂ on the under layer.

[0023]

[Embodiments] Below, we will describe the present invention by the embodiments.

[Embodiment 1] A magnetic recording medium shown in Fig. 3 was produced according to the manufacturing processes shown in Fig. 2. Fig. 1 is a schematic drawing of A-A cross section of the magnetic recording medium shown in Fig. 3.

[0024] An Al alloy substrate 1 which has a hole of 20 mm diameter in the center and Ni plated surface was prepared. Under the condition of ultimate vacuum 3×10^{-7} Torr and Ar atmosphere of 15 mTorr, as shown in Fig. 2(b), an under layer 2 of Cr having a thickness of 40 nm was formed on the substrate 1. Thereafter, by pattern exposing and developing the servo region using the photolithograph method that is used in the manufacturing process of semiconductor element and the likes, a resist film was remained in a region to be remained as a Cr under film. Then the substrate was immersed in an etching liquid of nitric acid secondary cerium ammonium base to form a required Cr pattern 2, as shown in Fig. 2(c). As the result, in plural servo regions 20 radially provided cross recording tracks, the under films 2 were removed in portions of clock patterns 21, 22, servo pattern 23 and clock patterns 24 and 25. In the embodiment, the clock patterns 21, 22, 24 and 25 had a width of 2 μ m, and the servo patterns had an elliptic shape having a width of 2 μ m and a length of 5 μ m. The size or number thereof is an example, and does not restricted the invention. Thereafter, the Cr under film 2 was slightly sputter etched, and using the same film forming conditions, a CoCrTa film having a thickness of 30 nm was formed as a magnetic film 3. Further carbon film as a protective film 4 was formed thereon.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.